

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H02M7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 734 565 A (GRAN RICHARD J ET AL) 31 March 1998 (1998-03-31) the whole document -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 January 2005

Date of mailing of the international search report

26/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gentili, L

### Information on patent family members

.../EP2004/052491

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2004)

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H02M7/48

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H02M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 734 565 A (GRAN RICHARD J ET AL) 31 mars 1998 (1998-03-31) le document en entier	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 janvier 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

26/01/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gentili, L

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5734565 A	31-03-1998	AU WO 3821697 A 9807225 A1	06-03-1998 19-02-1998

## **ONDULEUR CELLULAIRE A TAUX REDUIT DE DISTORSIONS DE COMMUTATION**

La présente invention est relative aux équipements assurant la conversion d'une tension électrique continue en une tension électrique alternative. Elle concerne plus particulièrement les onduleurs de type cellulaire qui engendrent une tension alternative sinusoïdale à partir d'une succession de diverses combinaisons série de plusieurs sources électriques de tension continue.

Un onduleur cellulaire est constitué d'une chaîne de plusieurs cellules élémentaires de même configuration et d'un automate de commutation.

Les cellules élémentaires ont une structure en pont avec un interrupteur commandé dans chacune des branches du pont et une source électrique de tension continue dans une première diagonale du pont. Elles se mettent en chaîne par la deuxième diagonale de leur structure en pont. Le pont d'interrupteurs commandés d'une cellule élémentaire donne la possibilité d'insérer ou non, selon l'un ou l'autre des sens de polarisation, sa source électrique de tension continue dans la chaîne qu'elle forme avec les autres cellules. Grâce aux ponts d'interrupteurs commandés des différentes cellules élémentaires, il est possible de réaliser à partir de la chaîne de cellules élémentaires d'un onduleur cellulaire toutes les combinaisons série possibles des sources électriques de tension continue à disposition. Dans la pratique, seules les combinaisons série où les sources électriques des cellules élémentaires sont placées dans un même sens de polarisation présentent un intérêt.

L'automate de commutation assure le contrôle des interrupteurs commandés des différentes cellules élémentaires pour obtenir, entre les deux extrémités de la chaîne, une tension électrique à variation sinusoïdale d'amplitude. Il dispose à cet effet, d'une consigne de tension électrique à développer aux extrémités de la chaîne des cellules mise à jour périodiquement. Cette consigne de tension électrique exprimée en valeur algébrique correspond à un échantillonnage, en amplitude et en signe, d'un modèle de la tension alternative sinusoïdale ayant la fréquence et la phase voulue.

## 2

Pour reproduire la consigne de tension électrique du moment, l'automate de commutation établit la combinaison série des sources électriques de tension continue disponible s'en rapprochant au mieux par excès, puis utilise une régulation de tension par découpage haute fréquence mettant en œuvre des interrupteurs commandés des cellules élémentaires de la chaîne pour amener la tension instantanée délivrée par la combinaison série retenue des sources électriques de tension continue à la valeur précise de la consigne.

Comme la consigne de tension électrique évolue progressivement pour suivre une variation sinusoïdale, la nécessité d'un changement de la combinaison série de sources électriques de tension continue en cours d'utilisation n'intervient que lorsque la régulation de tension par découpage haute fréquence arrive en butée, par valeur inférieure ou par valeur supérieure et doit avoir sa plage de capture recentrée pour continuer à fonctionner correctement. Pour cette raison, les changements de combinaison série de sources électriques de tension continue sont gérés par des signaux d'arrivée en butée provenant de la régulation de tension par découpage haute fréquence. Un signal d'arrivée en butée supérieure correspond à une demande de passage à une nouvelle combinaison série de sources électriques de tension continue délivrant par excès, la valeur algébrique de tension correspondant à la consigne du moment avec une marge plus importante que la combinaison en cours d'utilisation, donc à une demande d'incrémentement. Un signal d'arrivée en butée inférieure correspond à une demande de passage à une nouvelle combinaison série de sources électriques de tension continue délivrant par excès, la valeur algébrique de tension correspondant à la consigne du moment avec une marge moindre, donc à une demande de décrémentation.

L'exécution d'un changement de combinaison série des sources électriques de tension continue à la suite d'une demande d'incrémentement ou d'une demande de décrémentation de la part de la régulation de tension par découpage haute fréquence provoque un saut de tension en sortie de l'onduleur cellulaire qui est corrigé par l'asservissement de tension par découpage haute fréquence mais qui parasite le signal de sortie de l'onduleur cellulaire pendant le temps de réaction de l'asservissement de tension par découpage haute fréquence.

## 3

La présente invention a pour but de diminuer le temps de réaction de l'asservissement de tension par découpage haute fréquence aux sauts de tension des changements de combinaison série des sources électriques de tension continue afin de réduire les distorsions de commutation affectant le signal de sortie d'un onduleur cellulaire.

Elle a pour objet un onduleur cellulaire engendrant une tension électrique alternative à partir d'une succession de diverses combinaisons série de sources électriques de tension continue. Cet onduleur cellulaire comporte, d'une part, une chaîne de plusieurs cellules élémentaires et, d'autre part, un automate de commutation. Les cellules élémentaires ont une structure en pont avec un interrupteur commandé dans chacune des branches du pont et une source électrique de tension continue dans une première diagonale du pont. Elles se raccordent entre elles au sein de la chaîne par la deuxième diagonale de leur structure en pont. L'automate de commutation délivre les ordres de commande des interrupteurs commandés des différentes cellules élémentaires. Il comporte un circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence et un circuit de sélection de la combinaison série des sources électriques de tension continue des cellules élémentaires en service. Le circuit de régulation de tension par découpage opère de manière à minimiser un signal d'erreur représentatif de l'écart existant entre la tension électrique présente aux extrémités de la chaîne de cellules et une consigne variable de tension échantillonnant une forme modèle de tension alternative, et engendre des signaux d'arrivée en butées supérieure et inférieure de sa plage de fonctionnement. Le circuit de sélection de combinaison est commandé au moyen des signaux d'arrivée en butées supérieure et inférieure de plage de fonctionnement délivrés par le circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence. Cet onduleur cellulaire est remarquable en ce que son automate de commutation comporte un circuit de régulation par découpage haute fréquence muni d'un dispositif de pré-compensation qui est contrôlé par les signaux d'arrivée en butées supérieure et inférieure de plage de fonctionnement et qui corrige son traînage lors d'un saut de tension provoqué par un changement de la

## 4

combinaison série de sources électriques de tension continue en cours d'utilisation.

Avantageusement, le circuit de pré-compensation prend en compte les valeurs des sauts de tension associées aux changements de combinaison entrepris par le circuit de sélection de combinaison, les instants de changement de combinaison signalés par les signaux d'arrivée en butées et le temps de réaction du circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence.

Avantageusement, le dispositif de pré-compensation comporte un générateur de formes de compensation commandé à l'aide des signaux d'arrivée en butées et un circuit additionneur ajoutant la forme de compensation délivrée par le circuit générateur de forme de compensation à un signal du circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence fixant la durée d'une période de hachage affectée à la conduction.

Avantageusement, le circuit générateur de formes de compensation est une mémoire stockant sous forme échantillonnée, diverses formes de compensation établies par expérimentation pour chaque changement de combinaison élaboré par le circuit de sélection de combinaison.

Avantageusement, le générateur de formes de compensation est une mémoire qui renferme des formes de compensation associées aux sauts de tension continue rencontrés lors des changements de combinaison et qui est adressée par un circuit d'adressage déduisant, des signaux d'arrivée en butées, le saut de tension continu correspondant au changement de combinaison effectué par le circuit de sélection de combinaison.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- une figure 1 est un schéma de principe d'un onduleur cellulaire,



## 5

- des figures 2 et 3 sont des diagrammes de courbes illustrant une façon de fonctionner pour un onduleur cellulaire,
- une figure 4 est un schéma de principe du circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence d'un onduleur cellulaire de type connu, et
- une figure 5 est un schéma de principe d'un circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence d'un onduleur cellulaire selon l'invention.

Un onduleur cellulaire est bâti à partir de cellules élémentaires  $C_1, C_2, \dots, C_N$  comportant chacune une source électrique de tension continue  $V_i$ ,  $i \in 1 \text{ à } N$ , placée dans l'une des diagonales d'un pont de quatre interrupteurs commandés  $ST_i, SBi, ST_{ib}$  et  $SB_{ib}$ . Les cellules élémentaires  $C_1, C_2, \dots, C_N$  sont mises en série entre les bornes de sortie 0 et  $V_{out}$  de l'onduleur cellulaire par la diagonale de leur pont d'interrupteurs commandés ne renfermant pas leur source électrique de tension continue  $V_i$ . Leur nombre dépend de l'amplitude crête à crête de la tension électrique alternative désirée en sortie et des valeurs des tensions de leurs sources électriques de tension continue. Les commandes  $GT_i$  et  $GB_i$  des interrupteurs commandés  $ST_i$  et  $SB_i$  sont complémentaires et non recouvrantes pour éviter une mise en court-circuit de la source électrique de tension continue  $V_i$ . Il en est de même des commandes  $GT_{ib}$  et  $GB_{ib}$  des interrupteurs commandés  $ST_{ib}$  et  $SB_{ib}$ .

Les diverses commandes des interrupteurs commandés des cellules élémentaires  $C_1, \dots, C_N$  sont fournies par un automate de commutation 10. Celui-ci cherche à reproduire une consigne variable de tension échantillonnant une forme modèle de tension alternative en établissant, par manipulation des interrupteurs commandés, une combinaison série des sources électriques disponibles de tension continue qui s'approche au mieux par excès de la valeur instantanée de la consigne considérée en valeur algébrique puis, toujours par manipulation des interrupteurs commandés, à amener, par une régulation de tension par découpage haute fréquence, la tension instantanée délivrée par la combinaison série retenue des sources électriques de tension continue à la valeur précise de la consigne du moment. Il dispose à cet effet d'un

régulateur de tension à découpage haute fréquence 100 pilotant un sélecteur de combinaison série 200.

La tension de sortie  $V_{out}$  est filtrée par un filtre passe-bas non représenté pour éliminer la haute fréquence de hachage.

Le plus couramment, les sources électriques de tension continue des cellules élémentaires ont la même valeur  $V$ . Le mode de fonctionnement habituel de l'automate 10 consiste à prendre en compte les cellules élémentaires  $C1$ , ...,  $CN$  toujours dans le même ordre, la première, toujours sélectionnée, étant mise à contribution pour la régulation de tension par découpage haute fréquence et les  $N-1$  cellules élémentaires suivantes étant mises en service ou retirées progressivement pour ajouter ou soustraire les tensions continues de leurs sources électriques lorsque la régulation de tension par découpage haute fréquence ne suffit plus à elle-seule pour suivre l'évolution naturelle de la tension instantanée du modèle de tension alternative prise pour référence.

Les figures 2 et 3 illustrent le comportement d'un onduleur cellulaire à sept cellules élémentaires dotées de sources électriques de tension continue de 28 Volts, devant fournir une tension alternative à une fréquence de 60 Hertz avec une valeur efficace de 115 Volts et ayant un automate de commutation délivrant les commandes des interrupteurs commandés des sept cellules élémentaires selon le mode de fonctionnement habituel.

L'une des cellules élémentaires toujours prise en compte, ici la cellule élémentaire  $C1$ , a ses interrupteurs commandés  $ST1$ ,  $SB1$ ,  $ST1b$  et  $SB1b$  commutés par le régulateur de tension par découpage haute fréquence 100 de l'automate 10, à une fréquence haute de l'ordre de 200 KHz. Les autres cellules élémentaires  $C2$  à  $C7$  sont mises en service par le sélecteur de combinaison série 200 de l'automate 10 afin de recentrer la plage de fonctionnement du régulateur de tension par découpage haute fréquence 100, lorsqu'il signale qu'il arrive en butée de sa plage de fonctionnement soit par valeur supérieure, soit par valeur inférieure.

La figure 2 représente la consigne de tension sur une période du modèle à suivre de tension alternative sinusoïdale.

La figure 3 représente la tension de sortie  $V_{out}$  de l'onduleur cellulaire résultant des commutations des interrupteurs commandés de ses

## 7

cellules élémentaires C1,..., CN à la suite des ordres donnés par son automate de commutation 10. La tension de sortie de l'onduleur cellulaire approche la forme sinusoïdale de la tension du modèle à suivre par une succession de paliers séparés par des sauts de 28 Volts, chaque palier étant découpé à haute fréquence entre +28 Volts et - 28 Volts.

La figure 4 détaille la structure habituelle du régulateur de tension par découpage haute fréquence 100 d'un onduleur cellulaire. Celui-ci comporte un filtre passe-bas antiparasite 101 recevant la tension de sortie Vout de l'onduleur cellulaire, un comparateur 102 comparant le signal de sortie du filtre passe-bas 101 avec une consigne Vref, un circuit correcteur 103 engendrant un signal Sc fixant la durée de conduction au cours d'une période de hachage haute fréquence, un générateur 104 d'impulsions connecté à la suite du circuit correcteur 103, fournissant, à la cadence du découpage haute fréquence des impulsions PWM modulées en largeur par le signal Sc du circuit correcteur pour la commande de fermeture des interrupteurs commandés de la cellule élémentaire C1, un circuit 105 détecteur d'arrivée en butée supérieure de plage de régulation connecté à la suite du circuit correcteur 103, fournissant un signal I d'arrivée en butée supérieure correspondant à une demande d'augmentation de la tension électrique continue mise à disposition du régulateur 100 et un circuit 106 détecteur d'arrivée en butée inférieure de plage de régulation connecté à la suite du circuit correcteur 103, fournissant un signal D de demande de diminution de la tension électrique continue mise à disposition du régulateur.

Le circuit correcteur 103 est un circuit intégrateur d'un ordre plus ou moins élevé dont la fonction est d'extraire du signal d'erreur la valeur du temps de conduction au cours d'une période de hachage haute fréquence la plus à même d'annuler le signal d'erreur.

Le générateur d'impulsions modulées en largeur PWM 104 se compose, en général, d'un générateur de rampe à la fréquence du découpage, d'un circuit comparateur soustrayant du signal d'asservissement engendré par le circuit correcteur 103 le signal du générateur de rampe et d'un circuit amplificateur-limiteur placé en sortie.

Le circuit 105 détecteur d'arrivée en butée supérieure de plage de régulation se compose en général d'un comparateur soustrayant, du signal

d'asservissement engendré par le circuit correcteur 103, une valeur de seuil AlphaMax et d'un circuit amplificateur-limiteur placé en sortie.

Le circuit 106 détecteur d'arrivée en butée inférieure de plage de régulation se compose en général d'un comparateur soustrayant, d'une valeur de seuil AlphaMin, le signal d'asservissement engendré par le circuit correcteur 103 et d'un circuit amplificateur-limiteur placé en sortie.

Les signaux I et D des détecteurs d'arrivée en butées 105 et 106 sont appliqués au sélecteur de combinaison série 200 pour commander un changement de la combinaison série de sources électriques de tension continue en cours d'utilisation, soit pour augmenter la tension électrique continue mise à disposition du régulateur de tension par découpage HF, soit pour la diminuer. Le signal du générateur d'impulsions modulées en largeur PWM est fourni aux interrupteurs commandés de la cellule élémentaire C1 par l'intermédiaire du sélecteur de combinaison série 200 car ce dernier choisi le couple d'interrupteurs SB1, SB1b ou ST1, ST1b recevant le signal PWM ou le signal complémentaire au signal PWM sur son entrée de commande.

Avec une telle structure, des échelons parasites de tension apparaissent sur le signal de sortie de l'onduleur cellulaire au moment des changements de combinaison série des sources électriques de tension continue du fait du temps nécessaire au circuit correcteur 103 pour se recalibrer.

Pour lutter contre ces échelons parasites de tension affectant le signal de sortie d'un onduleur cellulaire au moment des changements de la combinaison série de sources électriques de tension continue en cours d'utilisation, on propose de doter le circuit régulateur de tension par découpage haute fréquence 100 d'une pré-compensation contrôlée par les signaux de sortie I et D des circuits 105, 106 détecteurs d'arrivée en butées de plage de régulation permettant de recalibrer sans délai son circuit correcteur.

La figure 5 donne un exemple de structure d'un régulateur de tension par découpage haute fréquence pour onduleur cellulaire incluant un circuit de pré-compensation. Ce régulateur reprend tous les éléments du régulateur de la figure 4 qui ont conservé les mêmes références avec en plus, un générateur de formes de compensation 107 contrôlé par les signaux

de sortie I et D des circuits 105, 106 détecteurs d'arrivée en butées de plage de régulation et un additionneur 108 intercalé en aval du circuit correcteur 103, devant le générateur d'impulsions modulées en largeur PWM 104 et les circuits 105, 106 détecteurs d'arrivée en butées de plage de régulation.

Le générateur 107 de formes de compensation est une mémoire qui mémorise, sous forme échantillonnée, les formes de signaux d'asservissement adaptées à la correction des échelons de tension parasite apparaissant, sans pré-compensation, en sortie de l'onduleur cellulaire lors des différents changements possibles de combinaisons série de sources électriques de tension continue, associée à un circuit d'adressage contrôlé par les signaux de sortie I et D des circuits 105, 106 détecteurs d'arrivée en butées de plage de régulation.

Le circuit d'adressage du générateur 107 de formes de compensation associe chaque forme de compensation à une amplitude de saut de tension électrique continue résultant d'un changement de combinaison série de sources électriques de tension continue. Pour adresser une forme de compensation, il déduit le changement de combinaison effectué des signaux de sortie I et D des circuits détecteurs de franchissement des limites supérieure et inférieure de la plage de régulation, détermine le saut de tension correspondant et adresse la forme de compensation qui lui est associée.

Les formes de compensation peuvent être établies par expérimentation pour chaque changement de combinaison rendu possible par le fonctionnement du circuit de choix de combinaison. Elles sont elles-mêmes des échelons de tension corrigeant le traînage du circuit correcteur 103.

Lors d'un changement de la combinaison série de sources électriques de tension continue en cours d'utilisation, le circuit de pré-compensation ajoute au signal d'asservissement un échelon de tension entraînant un recalage immédiat de l'asservissement du régulateur par découpage, et laissant au circuit correcteur 103 le temps d'effacer son décalage.

Dans l'exemple décrit, le générateur 107 de formes de compensation ne mémorise qu'une forme de signal de correction avec un signe ou le signe inverse puisque toutes les sources électriques de tension

continue sont supposées avoir la même valeur et que les sources électriques de tension continue des cellules élémentaires sont ajoutées une par une. Lorsqu'il mémorise plusieurs formes de compensation, ce qui est le cas lorsque les sources de tension des cellules ne sont pas identiques, le générateur 107 de formes de compensation peut comporter une entrée supplémentaire de sélection de formes de compensation (ad figure 5) pilotée par une sortie du sélecteur de combinaison 200 donnant une information sur l'amplitude du saut de tension accompagnant chaque changement en cours de combinaison série.

## REVENDICATIONS

1. Onduleur cellulaire engendrant une tension électrique alternative à partir d'une succession de diverses combinaisons série de sources électriques de tension continue ( $V_1, V_2, \dots, V_N$ ) et comportant une chaîne de plusieurs cellules élémentaires ( $C_1, C_2, \dots, C_N$ ) et un automate de commutation (10), les cellules élémentaires ( $C_1, C_2, \dots, C_N$ ) ayant une structure en pont avec un interrupteur commandé ( $ST_i, SBi, STib, SBib$ ) dans chacune des branches du pont et une source électrique de tension continue ( $V_i$ ) dans une première diagonale du pont, et se raccordant entre elles au sein de la chaîne par la deuxième diagonale de leur structure en pont, l'automate de commutation (10) délivrant les ordres de commande des interrupteurs commandés ( $ST_i, SBi, STib, SBib$ ) des différentes cellules élémentaires ( $C_i$ ) et comportant un circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence (100) et un circuit (200) de sélection de la combinaison série des sources électriques de tension continue ( $V_i$ ) des cellules élémentaires ( $C_i$ ) en service, le circuit de régulation de tension par découpage (100) opérant de manière à minimiser un signal d'erreur représentatif de l'écart existant entre la tension électrique ( $V_{out}$ ) présente aux extrémités de la chaîne de cellules ( $C_i$ ) et une consigne variable de tension ( $V_{ref}$ ) échantillonnant une forme modèle de tension alternative, et engendrant des signaux d'arrivée en butées supérieure et inférieure de sa plage de fonctionnement ( $I, D$ ), le circuit (200) de sélection de combinaison étant commandé au moyen des signaux d'arrivée en butée supérieure et inférieure de plage de fonctionnement ( $I, D$ ) délivrés par le circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence (100), ledit onduleur cellulaire étant caractérisé en ce que son automate de commutation (10) comporte un circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence muni d'un dispositif de pré-compensation (107, 108) qui est contrôlé par les signaux d'arrivée en butées supérieure et inférieure de plage de fonctionnement ( $I, D$ ) et qui corrige son traînage lors d'un saut de tension provoqué par un changement de la combinaison série de sources électriques de tension continue en cours d'utilisation.

2. Onduleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de pré-compensation (10) prend en compte les valeurs des sauts de tension associées aux changements de combinaison entrepris par le circuit de sélection de combinaison (200), les instants de changement de combinaison signalés par les signaux d'arrivée en butées (I, D) et le temps de réaction du circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence (100).

3. Onduleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de pré-compensation (107, 108) comporte un générateur de formes de compensation (107) commandé à l'aide des signaux d'arrivée en butées (I, D) du circuit de régulation de tension par découpage (100) et un circuit additionneur (108) ajoutant la forme de compensation délivrée par le circuit générateur de forme de compensation (107) à un signal (Sc) du circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence (100) fixant la durée d'une période de hachage affectée à la conduction.

4. Onduleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de pré-compensation (107, 108) comporte un générateur de formes de compensation (107) commandé à l'aide des signaux d'arrivée en butées (I, D) du circuit de régulation de tension par découpage (100) et d'un signal (ad) issu du sélecteur de combinaison (200) donnant une information sur l'amplitude du saut de tension accompagnant chaque changement de combinaison série, et un circuit additionneur (108) ajoutant la forme de compensation délivrée par le circuit générateur de forme de compensation (107) à un signal (Sc) du circuit de régulation de tension par découpage haute fréquence (100) fixant la durée d'une période de hachage affectée à la conduction.

5. Onduleur selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit générateur de formes de compensation (108) est une mémoire stockant sous forme échantillonnée, diverses formes de compensation établies par expérimentation pour chaque changement de combinaison élaboré par le circuit de sélection de combinaison (200).



6. Onduleur selon la revendication 3 caractérisé en ce que le circuit générateur de formes de compensation (107) est une mémoire qui renferme des formes de compensation associées aux sauts de tension continue rencontrés lors des changements de combinaison et qui est adressée par un circuit d'adressage déduisant, des signaux d'arrivée en butées (I, D), le saut de tension continu correspondant au changement de combinaison effectué par le circuit de sélection de combinaison (200).

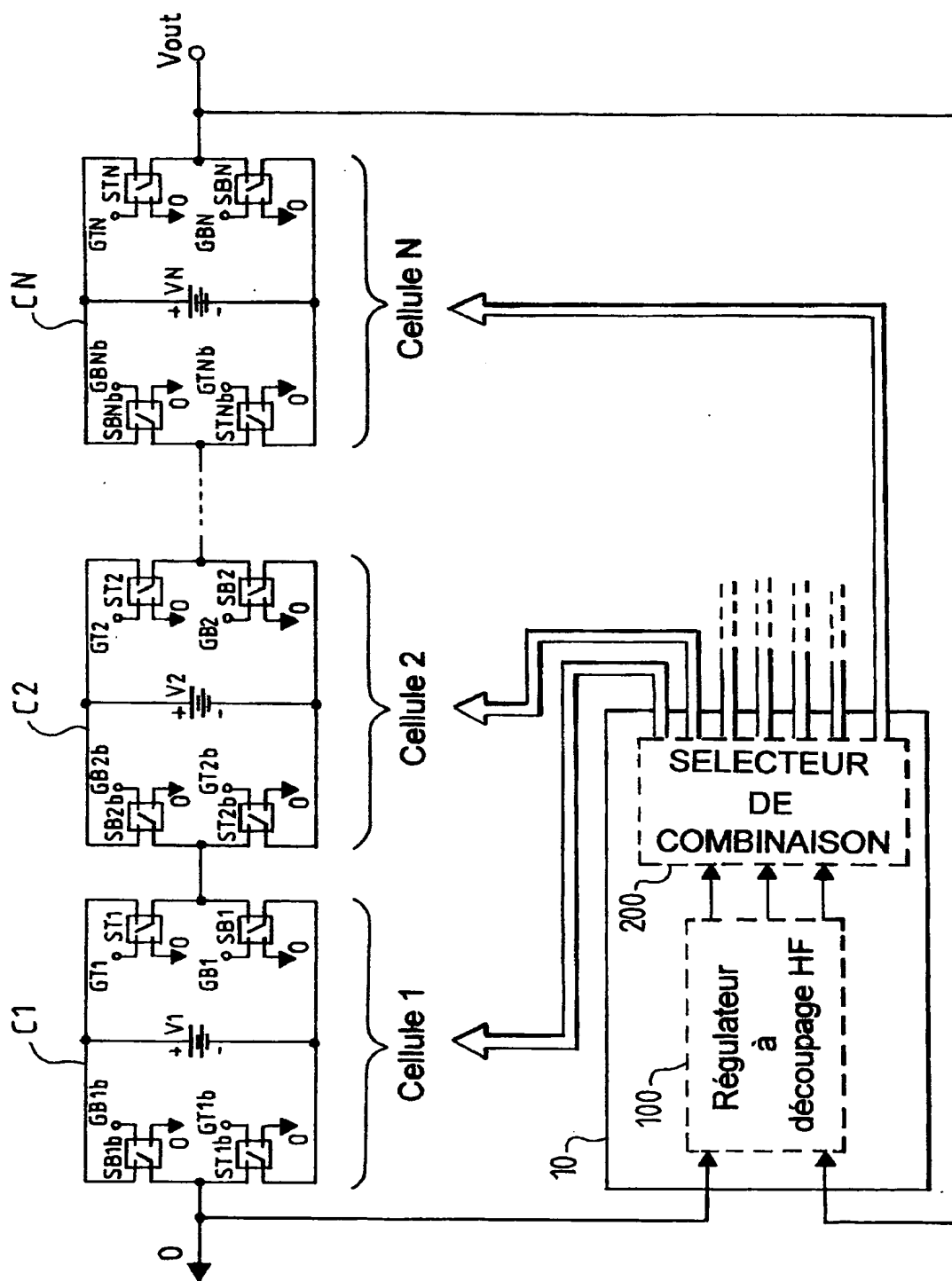


FIG.1

2/3

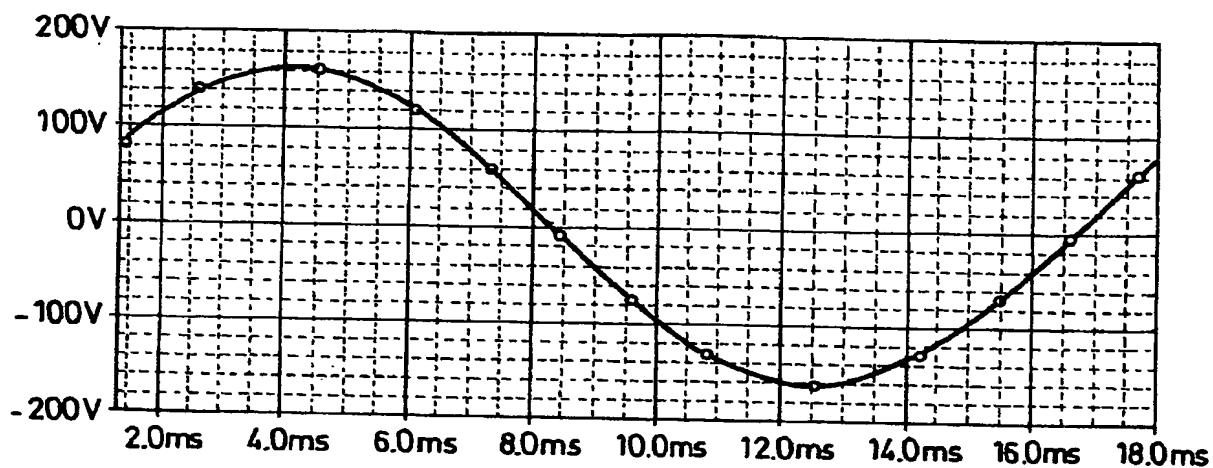


FIG. 2

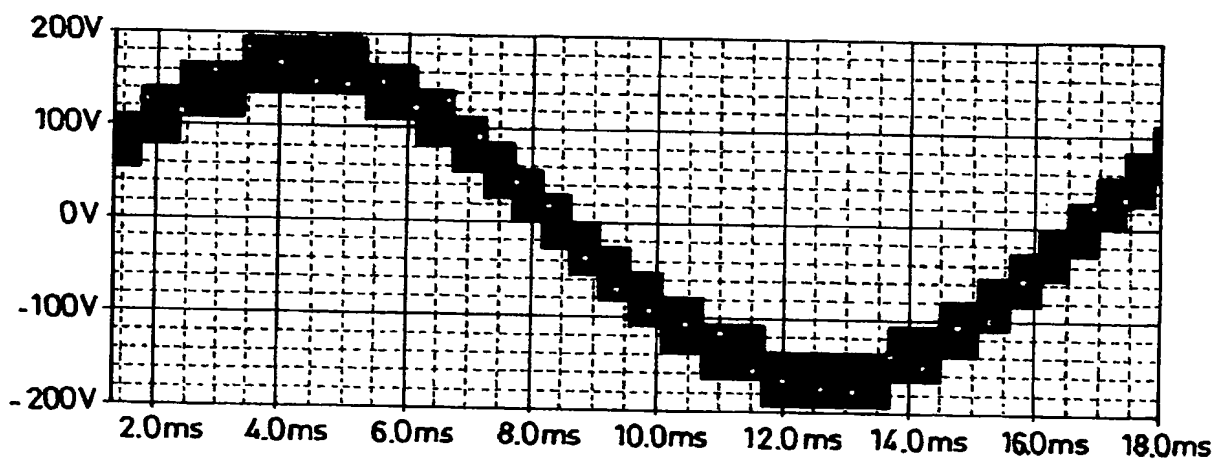


FIG. 3

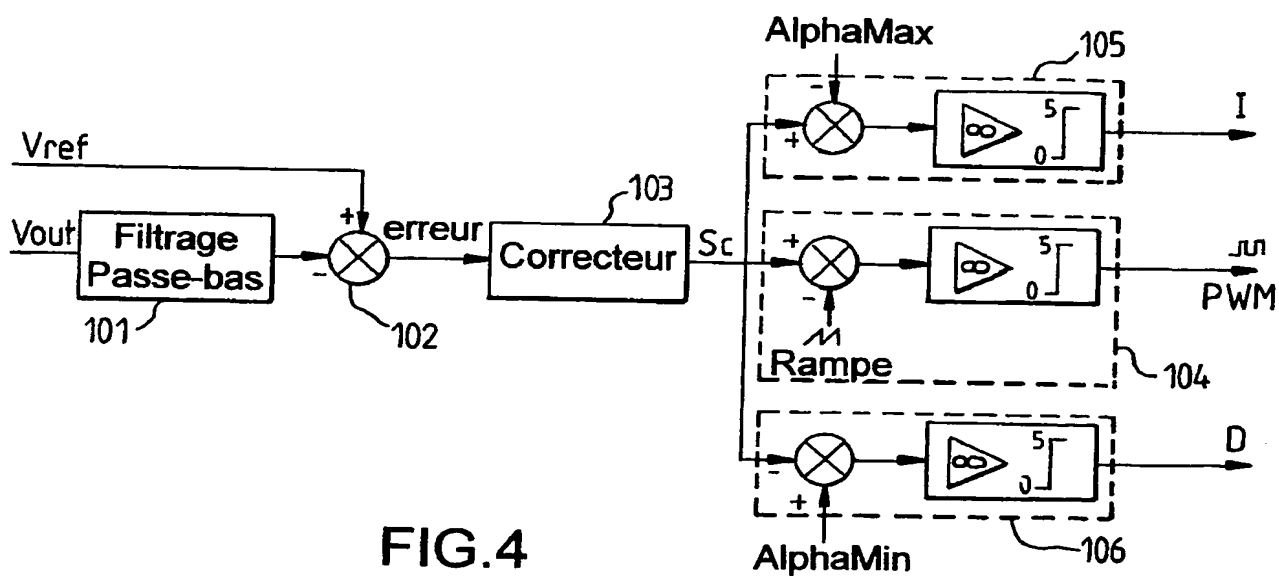
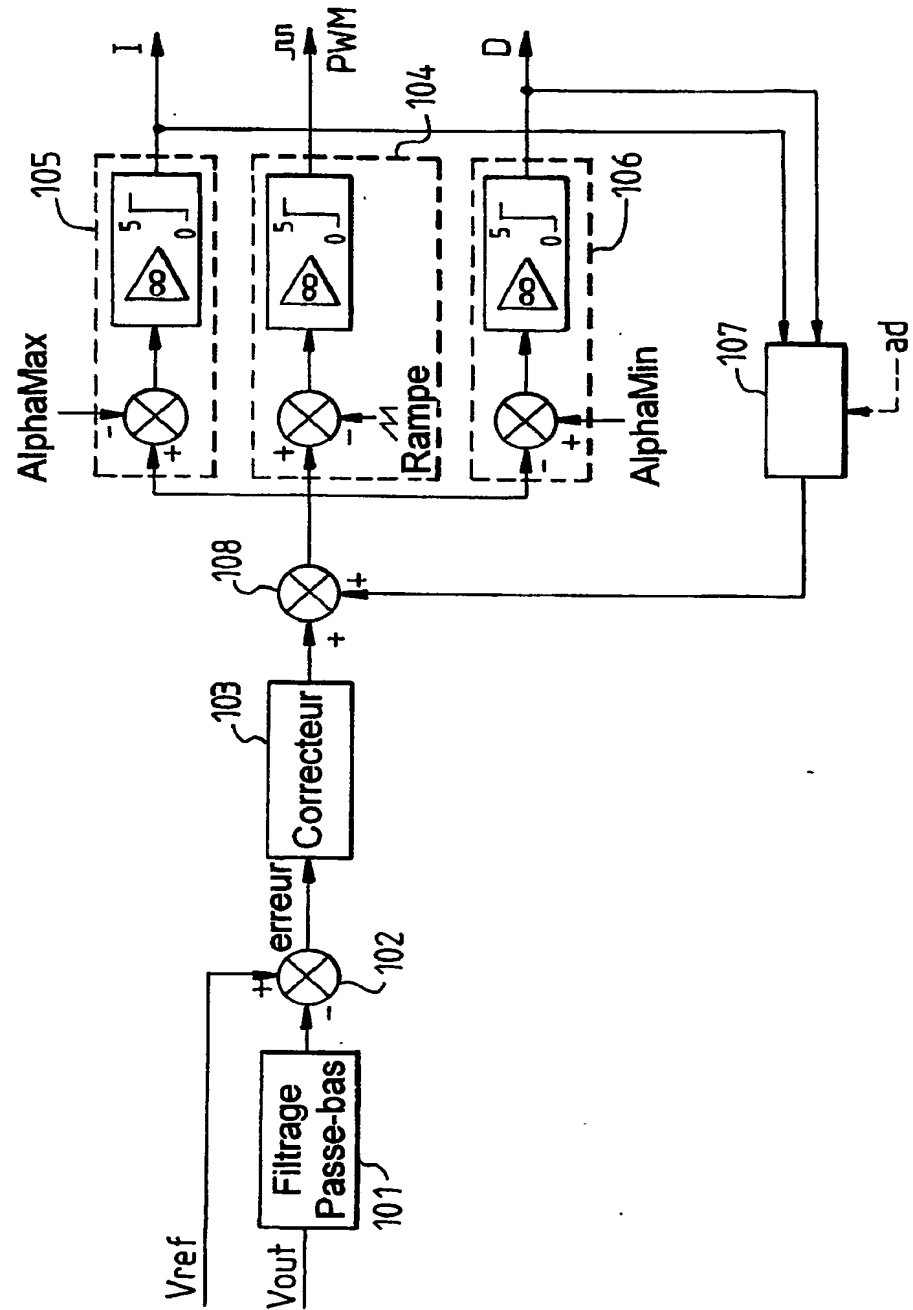


FIG. 4



**FIG. 5**